

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03075336
PUBLICATION DATE : 29-03-91

APPLICATION DATE : 16-08-89
APPLICATION NUMBER : 01211047

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : INOUE SHIYUJI;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 6/00 C22C 38/40 C22C 38/44 C22C 38/50

TITLE : MARTENSITIC STAINLESS STEEL HAVING EXCELLENT CORROSION RESISTANCE
AND ITS MANUFACTURE

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain the martensitic stainless steel having excellent corrosion resistance in a wet carbon dioxide environment and having high resistance to cracking caused by wet hydrogen sulfide by forming it from the compsn. contg. each prescribed amt. of C, Si, Mn, Cr, Ni, Al and N.

CONSTITUTION: The above martensitic stainless steel is formed from the compsn., in which C is reduced, by weight, to <0.03% and contg. $\leq 1\%$ Si, $\leq 2\%$ Mn, >15 to 18% Cr, 1 to 5% Ni, 0.005 to 0.2% Al, 0.03 to 0.15% N and the balance Fe with impurities. For obtaining the stainless steel, the steel having the above componental compsn. is austenitized at 900 to 1100°C, is thereafter cooled to satisfactorily form martensite and is then subjected to tempering treatment at 560°C to the A_c1 temp. or below. Next, the steel after subjected to the tempering treatment is cooled at a cooling rate more than that in air cooling, by which the objective martensitic stainless steel having excellent corrosion resistance can be obtd.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

(S) 39-75336

⑩日本国特許庁(J.P.) ⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 平3-75336

⑬Int. Cl. 識別記号

庁内整理番号

⑭公開平成3年(1991)3月29日

C 22 C 38/00

7047-4K

C 21 D 6/00

7518-4K

C 22 C 38/40

C 22 C 38/44

C 22 C 38/50

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全7頁)

⑮発明の名称 耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼およびその製造方法

⑯特願 平1-211047

⑰出願 平1(1989)8月16日

⑱発明者 官坂 明博

神奈川県相模原市磯野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社

⑲発明者 加藤 謙治

第2技術研究所内

⑲発明者 井上 周士

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

⑲発明者 井上 周士

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

⑲出願人 新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

⑲代理人 弁理士 大関 和夫

東京千代田区大手町2丁目6番3号

BEST AVAILABLE COPY

のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1、2、3または4記載の耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

(6) 付加成分として、重量%で、

Ca 0.008%以下、

希土類元素 0.02%以下

のうちの1種または2種を含有することを特徴とする請求項1、2、3または4記載の耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

(7) 請求項1、2、3、4、5または6記載のマルテンサイト系ステンレス鋼を、900～1100℃

でオーステナイト化した後、空冷以上の冷却速度で冷却し、次いで560℃以上A₁温度以下の温

度で焼戻し処理を施した後、空冷以上の冷却速度で冷却することを特徴とする耐食性の優れたマル

テンサイト系ステンレス鋼の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は耐食性の優れたマルテンサイト系ステンレス鋼およびその製造方法に係り、さらに詳し

くは例えば石油・天然ガスの掘削、輸送及び貯蔵において湿潤炭酸ガスや湿潤硫化水素を含む環境中で高い腐食抵抗および割れ抵抗を有する高強度鋼とその製造方法に関する。

(従来の技術)

近年生産される石油・天然ガス中には、湿潤な炭酸ガスを多く含有するが増加している。こ

うした環境中で炭素鋼や低合金鋼は著しく腐食することがよく知られている。このため、掘削に使用される油井管や輸送に使用されるラインパイプ

などの防食対策として、腐食抑制剤の添加が従来より行なわれてきた。しかし、腐食抑制剤は高温

ではその効果が失われる場合が多いことに加えて、海洋油井や海底パイプラインでは腐食抑制剤の添加・回収処理に要する費用は膨大なものとなり、

適用できない場合が多い。従って、腐食抑制剤を添加する必要のない耐食材料に対するニーズが最

近とみに高まっている。

炭酸ガスを多く含む石油・天然ガスの耐食材料としては、耐食性の良好なステンレス鋼の通用

がまず検討され、例えばJISのクライン、コロージョン 84、AISI 410あるいは420といった12～13

%のCrを含有するマルテンサイト系ステンレス鋼が広く使用され始めている。しかしながら、これ

らの鋼は湿潤炭酸ガス環境ではあらても高温、例えば120℃以上の環境やH₂Sの濃度の高い

環境では耐食性が十分でなくなり、腐食速度が大きいという難点を有する。さらにこれらの鋼は、

石油・天然ガス中に硫化水素が含まれている場合には著しく耐食性が劣化して全面腐食や局部腐食、

さらには応力腐食割れを生ずるという難点を有している。このため上記のマルテンサイト系ステン

レス鋼の使用は、例えばH₂S分圧が0.001気圧といった極微量のH₂Sを含むか、あるいは全くH₂Sを

含まない場合に限定されてきた。

これに対し、硫化水素による割れに対する抵抗を増したマルテンサイト系ステンレス鋼として、

例えば特開昭60-174859号公報、特開昭62-54063

号公報にみられる鋼が提案されている。しかし、これらの鋼もCO₂環境での耐食性が必ずしも十分

という訳ではなかった。

(発明が解決しようとする課題)

本発明はこうした現状に鑑み、高温や高H₂S濃度の炭酸ガス環境でも十分な耐食性を有し、

硫化水素を含む場合においても高い割れ抵抗を有するマルテンサイト系ステンレス鋼とその製造方

法を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

本発明者らは上記の目的を達成すべくマルテンサイト系ステンレス鋼の成分を種々検討してき

た結果、ついに以下の知見を見出すに至った。

まずCrを15%を超えて鋼に添加すると湿潤炭酸ガス環境中における腐食速度が著しく小さく

なり、かかる鋼にNiを添加すると腐食速度は一段と小さくなることを見出した。そしてこのNiの添

加効果は添加量を1%以上とすると顕著であることを見出した。またNiを1%以上添加した場

合において、C量を0.03%未満に低減すると湿

BEST AVAILABLE COPY

(9) 飽和するので、上限含有量は2%とする。また、Crが鋼中に残留して硫化水素中での割れ抵抗を低下させる。Crはマルテンサイト系ステンレス鋼を構成させるので、含有量範囲は0.005~0.2%とする。Crは最も基本的かつ必須の元素であって耐食性を向上させるために必要である。Crは付与するために必要な元素であるが、含有量が15%以下、NはCを低減したマルテンサイト系ステンレス鋼では0.01%以下では耐食性が十分ではなく、一方18%を超えるとステンレス鋼の強度を上昇させる元素として有効である。Crを超えて添加すると他の合金元素をいかに調整しても含有量が10.053%未満ではその効果が充分ではなく、焼入れ後にマルテンサイト組織を得ることが困難で0.015%を超えるとCr窒化物を生成して耐食性を低下させる原因となって強度確保が困難になるので上限含有量は18%以下とすべきである。また、割れ抵抗を低下させるので、含有量は0.013~0.015%とする。

(10) Niは湿潤炭酸ガス環境におけるマルテンサイト系ステンレス鋼の腐食速度を著しく減少させる。Niは本発明における基本的成分であるが、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼の腐食速度を著しく減少させる。Niは本発明においては必要に応じてさらに以下の元素をCおよびNの含有量を調整することによって硫化物として添加して特性を一段と向上させることができる。

(11) Sは水素を含む環境における割れ感受性を顕著に低下させる。Sは応力腐食割れ感受性を増加させる元素である。Sは極めて有用な元素であるが、含有量が1%以下であるので少ないほうが好ましいが、あまりに少ないと未満足ではこれらの効果が不十分であり、5%を超えないレベルにまで低減させることは、いたずらにコストを上昇させるので、1~5%の範囲に限定する。1~5%の範囲に限定する。Sは本発明の目的とする耐食性、耐応力腐食割れ性を確保するのに必要十分なほどである。Sは脱酸のために必要な元素であって含有量が0.005%未満ではその効果が十分でなく、少ない含有量として0.012~0.5%以下に低減すると耐応力腐食割れ性が一段と改善される。

(12) SはPと同様に応力腐食割れ感受性を増加させる。Sは1%を超えて添加してもその効果は飽和するので、Sは本発明の目的とする耐食性、耐応力腐食割れ性を確保するのに必要十分なほどである。Sは脱酸のために必要な元素であって含有量が0.005%未満ではその効果が十分でなく、少ない含有量として0.012~0.5%以下に低減すると耐応力腐食割れ性が一段と改善される。

(13) MoはMoは1%以上のNiと共存して湿潤炭酸ガス環境の耐食性を改善するのに効果があるが、2%を超えて添加してもその効果は飽和するばかりか、脆性など他の特性を低下させるようになるので上限含有量は2%とする。

(14) WはWは1%以上のNiと共存して湿潤炭酸ガス環境の耐食性を改善するのに効果があるが、4%を超えて添加してもその効果は飽和するばかりか、脆性など他の特性を低下させるようになるので上限含有量は4%とする。

(15) V、Nb、Ta、Zr、HfはV、Nb、Ta、Zr、Hfは耐食性を一段と向上させるのに有効な元素で耐食性、耐応力腐食割れ性を一段と改善するのに効果がある。V、Nbでは0.02%、V、Nbでは0.5%をそれぞれ超えて添加すると粗大な析出物を生成して硫化水素含有環境における割れ抵抗を低下させる原因となるので上限含有量は0.02%、V、Nbでは0.5%とする。

Ca、希土類元素：Caおよび希土類元素(REM)は、オーステナイト化後の冷却における冷却速度を熱間加工性の向上、耐食性の向上に効果のある元素として、空冷以上の冷却速度としたのは、空冷よりも遅い冷却速度であるが、Caは0.008%を超えて、希土類元素は0.02%を超えて添加すると、それぞれ粗大なマルテンサイト組織を生成して逆により所定の強度を確保することが困難になるからである。また、耐食性を劣化させるので、上限含有量はCaは0.008%、希土類元素は0.02%とした。なお、焼戻し温度が550℃以下とすると、本発明において希土類元素とは原子番号が57～81の元素の一部がオーステナイト化し、その後の冷却時にフレックシング脆化を生じ、耐食性が低下する。したがって、焼戻し温度が550℃以上とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度が550℃以上とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度が550℃以上とすることで、耐食性を向上させることができる。

上記の成分を有するステンレス鋼を熱処理して、腐食環境における割れ感受性を増大させるために、マルテンサイト組織とし所定の強度を付与する。また、耐食性を向上させるために、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。

焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。

とが困難だからであり、オーステナイト化温度が900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。

インパイアとしての用途のほか、バルブやポンプの部品としてなど多くの用途がある。また、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。また、焼戻し温度を900～1100℃とすることで、耐食性を向上させることができる。

(実施例)

以下に本発明の実施例について説明する。

第1表に示す成分のステンレス鋼を溶製し、熱間圧延によって厚さ12mmの鋼板とした後、第1表に併せて示す条件で焼入れ焼戻し処理を施して、いずれも0.2%オフセット耐力が5.6kg/mm以上、引張強度が780MPa以上、引張伸びが20%以上の高強度ステンレス鋼とした。なお、第1表中の焼戻し温度はいずれも各鋼のAc₁温度以下の温度である。次にこれらの鋼材から試験片を採取して、湿潤炭酸ガス環境における腐食試験、および酸化性水素含有環境における割れ試験(SCC試験)を行なった。湿潤炭酸ガス環境における腐食試験としては、厚さ3mm、幅15mm、長さ50mmの試験片を用いて、試験温度1-50℃および2-0-0℃のオートクレーブ中で炭酸ガス分圧4.0気圧の条件で15%NaCl水溶液中に30日間浸漬して、試験前後の重量変化から腐食速度を算出した。腐食速度の単位はmm/yで表示したが、一般的にある環境

におけるある材料の腐食速度が0.1mm/y以下の場合は、材料は十分耐食的であり使用可能であると考えられている。酸化性水素含有環境における割れ試験としては、NACE(米国腐食技術者協会)の定めている標準試験法であるNACE規格TM-0177に従って試験したが、酸化性水素分圧は0.1気圧、試験温度は120℃とした。上記の条件で5%NaCl+0.5%酢酸水溶液中に浸漬した試験片に一定の単軸引張応力を負荷し、7-20時間以内に破断するか否かを調べた。試験応力は各鋼材の0.2%オフセット耐力の60%の値とした。

試験結果を第1表に併せて示した。第1表のうち、腐食試験結果において○は腐食速度が0.05mm/y未満、△は腐食速度が0.05-0.5mm/y以上0.1mm/y未満、×は腐食速度が0.5mm/y以上である。また、割れ試験結果において○は破断しなかったもの、△は破断したもの、×は破断しなかったものをそれぞれ表わしている。なお、第1表において、比較鋼のNo.29

の単位はmm/yで表示したが、一般的にある環境

している。なお、第1表において、比較鋼のNo.29

[illegible]

No.	成分 (%)											熱 処 理		腐食試験結果 ¹⁾		SCC 試験 結 果		
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S	O	Ca	Hb	W	その他	加熱温度 および時間		試験温度 150℃	試験温度 200℃
1	0.003	0.11	1.29	16.64	3.54	0.030	0.074	N.A.	N.A.	N.A.	—	—	—	—	1000℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
2	0.012	0.13	1.25	16.33	3.59	0.003	0.005	N.A.	N.A.	N.A.	—	—	—	—	1000℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
3	0.025	0.10	1.23	15.20	3.56	0.034	0.054	N.A.	N.A.	N.A.	—	—	—	—	1000℃、2空冷	630℃、2空冷	○	○
4	0.010	0.08	1.35	16.55	3.60	0.033	0.102	N.A.	N.A.	N.A.	—	—	—	—	1000℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
5	0.015	0.15	1.39	16.49	3.62	0.025	0.076	0.012	0.004	N.A.	—	—	—	—	1000℃、2空冷	620℃、2空冷	○	○
6	0.011	0.14	1.37	16.45	3.51	0.027	0.084	0.013	0.003	0.002	—	—	—	—	1000℃、2空冷	620℃、2空冷	○	○
7	0.010	0.14	1.30	16.48	3.65	0.025	0.088	0.016	0.003	0.003	0.04	—	—	—	1000℃、2空冷	620℃、2空冷	○	○
8	0.010	0.10	1.36	16.52	3.73	0.020	0.089	0.018	0.003	0.003	—	—	—	—	1000℃、2空冷	630℃、2空冷	○	○
9	0.009	0.09	0.69	16.53	3.53	0.001	0.003	0.005	0.001	0.002	0.59	1.14	0.53	—	1000℃、2空冷	650℃、2空冷	○	○
10	0.009	0.08	0.64	16.50	3.48	0.004	0.000	0.020	0.001	0.002	—	—	—	—	1030℃、2空冷	630℃、2空冷	○	○
11	0.013	0.34	0.66	15.17	2.58	0.013	0.065	N.A.	0.002	0.003	—	—	—	—	1030℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
12	0.022	0.35	0.59	15.21	2.53	0.015	0.056	0.009	N.A.	0.003	—	—	—	—	1030℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
13	0.005	0.34	0.65	15.19	2.72	0.017	0.054	0.019	0.002	N.A.	—	—	—	—	980℃、2水冷	660℃、2空冷	○	○
14	0.005	0.34	0.63	15.23	2.61	0.015	0.056	0.018	0.002	0.002	—	—	—	—	980℃、2水冷	660℃、2空冷	○	○
15	0.005	0.36	0.70	15.27	2.50	0.016	0.059	0.015	0.001	0.001	—	—	—	—	980℃、2水冷	660℃、2空冷	○	○
16	0.005	0.35	0.61	15.25	2.67	0.016	0.069	0.011	0.002	0.003	—	—	—	—	980℃、2空冷	650℃、2空冷	○	○
17	0.006	0.34	0.65	15.17	1.74	0.018	0.063	0.015	0.005	0.004	—	—	—	—	980℃、2空冷	660℃、2空冷	○	○
18	0.007	0.30	0.52	15.20	1.79	0.021	0.080	0.010	0.001	0.002	—	—	—	—	980℃、2空冷	700℃、2空冷	○	○

表 1 成 分 (%)

No	成 分 (%)														熱 処 理		腐食試験結果 ^{*)} 試験温度 150℃ 200℃	SCC試験 結 果			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Al	N	P	S	O	Cu	Mo	W	そ の 他	オーステナイト 化温度 500℃/1h	焼戻し温度 および冷却					
本 発 明	19	0.014	0.13	0.55	16.04	3.72	0.022	0.084	N.A.	N.A.	N.A.	—	1.06	—	Ca0.004	1050℃、空冷	700℃、空冷	○	○	○	
	20	0.015	0.17	0.57	16.01	3.78	0.021	0.044	0.012	0.002	0.003	—	—	—	Ni0.015、Cu0.006	1030℃、空冷	650℃、空冷	○	○	○	
	21	0.014	0.15	0.55	16.06	3.62	0.022	0.049	0.023	0.005	N.A.	0.77	1.49	—	—	—	1030℃、空冷	670℃、空冷	○	○	○
	22	0.013	0.14	0.54	16.05	3.70	0.020	0.046	0.012	0.003	0.003	—	—	—	VO.066、Ti0.038 Nb0.031	1030℃、空冷	630℃、空冷	○	○	○	
比 較 例	23	0.016	0.14	1.53	16.15	3.59	0.019	0.067	0.012	0.003	0.002	0.51	—	—	Zr0.030、Ta0.011、 Hf0.024	1000℃、空冷	630℃、空冷	○	○	○	
	24	0.015	0.12	1.06	16.14	3.63	0.022	0.069	0.018	0.002	0.002	—	0.44	0.59	Ti0.028、Zr0.015、 Ta0.030	1000℃、空冷	630℃、空冷	○	○	○	
	25	0.013	0.43	1.10	16.10	3.66	0.008	0.072	0.017	0.003	0.003	0.50	—	0.37	VO.022、Nb0.13、 Cu0.004	1000℃、空冷	630℃、空冷	○	○	○	
	26	0.008	0.25	1.07	15.52	3.04	0.031	0.082	0.015	0.002	0.002	—	0.96	0.81	Nb0.058、Zr0.020、 Hf0.004	1050℃、空冷	660℃、空冷	○	○	○	
例	27	0.007	0.24	1.13	15.46	3.16	0.032	0.084	N.A.	N.A.	N.A.	—	0.58	0.11	Ti0.038、Ni0.035、 Cu0.006	1030℃、空冷	660℃、空冷	○	○	○	
	28	0.008	0.27	1.09	15.58	3.17	0.030	0.082	0.017	0.002	0.002	0.37	0.93	0.24	VO.057、Ti0.031、 Nb0.047	1030℃、空冷	660℃、空冷	○	○	○	
比 較 例	29	0.204	0.30	0.43	12.94	—	0.029	0.007	0.010	0.003	0.004	0.50	—	—	—	1030℃、空冷	720℃、空冷	×	×	×	
	30	0.118	0.29	0.50	9.05	—	0.026	0.008	0.012	0.004	0.003	—	1.11	—	—	1000℃、空冷	710℃、空冷	×	×	×	
	31	0.120	0.54	0.36	14.63	—	0.033	0.039	0.022	0.003	0.005	0.24	—	—	—	1050℃、空冷	710℃、空冷	×	×	×	
	32	0.022	0.55	0.40	13.46	0.74	0.039	0.017	0.023	0.002	0.005	0.81	0.46	—	—	1000℃、油冷	450℃、空冷	×	×	×	
例	33	0.227	0.24	0.34	15.14	0.51	0.020	0.005	0.013	0.003	0.004	—	0.55	—	Ca0.005	1030℃、空冷	650℃、空冷	×	×	×	
	34	0.152	0.31	0.44	12.66	—	0.030	0.025	0.019	0.004	0.004	—	—	0.42	—	1000℃、空冷	640℃、空冷	×	×	×	

^{*)} 腐食試験条件: 15%NaCl水溶液, CO₂分圧4.0気圧, 720時間
N.A.: 分析せず

(発明の効果)

以上述べたように、本発明は湿潤炭酸ガス環境における優れた耐食性と湿潤硫化水素による割れに対して高い割れ抵抗を有する鋼およびその製造方法を提供することを可能としたものであり、産業の発展に貢献するところ極めて大である。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人 大 関 和

